



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 09 976 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
H 01 M 8/02
H 01 M 2/00
H 01 M 8/22
H 01 M 8/24
H 01 M 10/50

⑳ Aktenzeichen: P 43 09 976.9
㉔ Anmeldetag: 26. 3. 93
㉕ Offenlegungstag: 29. 9. 94

DE 43 09 976 A 1

㉚ Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

㉛ Erfinder:
Schwab, Clemens, Dipl.-Ing. (FH), 7990
Friedrichshafen, DE

⑤④ Elektrochemische Mehrzellenbatterie

⑤⑦ Elektrochemische Mehrzellenbatterie mit Polymerelektrolytmembranen. Aus der Notwendigkeit einer kompakten und leichtgewichtigen Bauweise zur Erzielung hoher Leistungsdichten entstand die vorliegende erfindungsgemäße Ausführung einer Mehrzellenbatterie.
Besondere Merkmale sind die als Rahmenversion entwickelte Bipolare Platte, die flächenzentral angeordneten mechanischen Druckelemente sowie die optimierte Form der Endplatten.

DE 43 09 976 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Mehrzellenbatterie mit Polymerelektrolytmembranen, welche insbesondere durch hohe Leistungsdichten gekennzeichnet ist.

Für viele Anwendungen ist es erforderlich nach konstruktiven und werkstoffspezifischen Lösungen zu suchen, welche die derzeitig verfügbare volumenbezogene Leistungsdichte von rund 180 W/l deutlich erhöhen. Für eine erfolgreiche Akzeptanz auf dem Energiewandlermarkt genügt nicht allein die Umweltfreundlichkeit der Anlage, sondern sie muß auch in Masse und Bauvolumen gegenüber bisherigen Systemen mit fossilen Energieträgern konkurrenzfähig sein.

Die konstruktiven und stofflichen Grenzen einer elektrochemischen Mehrzellenbatterie werden einmal gesetzt durch die erreichbare energetisch sinnvolle Leistungsdichte der Polymerelektrolytmembran (derzeit bei H_2 /Luft-Betrieb bei etwa 1 W/cm²), welche die Größe der Reaktionsfläche vorschreibt, zum anderen die mechanischen Anforderungen an Festigkeit, Stabilität und Dichtigkeit und die elektrischen Einflußfaktoren wie spezifische Widerstände und Kontaktwiderstände sowie die chemische und thermische Beständigkeit der verwendeten Materialien.

Da der Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung von elektrochemischen Mehrzellenbatterien unter 100% liegt, kommt der Kühlung der Zelle eine große Bedeutung zu. Um eine hohe Leistungsdichte zu erzielen, muß neben einer leichtgewichtigen Bauausführung eine möglichst homogene Kühlung gewährleistet werden.

Dies hat zur Folge, daß auf engsten Raum möglichst viel Kühlmittelmasse erforderlich ist und vermehrte Umwälzung durch eine verlustarme Strömungsgeometrie stattfinden muß.

Analog gelten für die Gasräume in elektrochemischen Zellen gleiche Folgerungen. Hier ist die Masse an Gas und dessen gleichmäßige Verteilung im Bereich der Reaktionsfläche und der angrenzenden Kanäle ein Maß für die Leistungsfähigkeit und Dynamik der Zelle, um auf schnelle Änderungen des Leistungsbedarfs der angeschlossenen Verbraucher zu reagieren. Des weiteren wird bei größeren Druckverlusten in den Kanälen, durch die dadurch benötigten höheren Verdichterleistungen für die Reaktanten, die Energieausbeute des Systems verringert.

Bei aktuellen Ausführungen wird die Bipolare Platte (stromleitende Platte, welche auf der einen Fläche den Wasserstoffgasraum und auf der gegenüberliegenden Fläche den Luftraum eingearbeitet hat) vollständig aus einem elektrisch leitenden und korrosionsstabilen Material, wie z. B. Graphit, hergestellt. Eine wesentliche Anforderung an die Konstruktion einer elektrochemischen Mehrzellenbatterie sind neben der Leistungsdichte auch die Herstellkosten, die durch die Menge und Verarbeitung des verwendeten Materials bestimmt werden.

Zur Gewährleistung eines effektiven und sicheren Betriebes der elektrochemischen Mehrzellenbatterie ist es notwendig, auch unter verschiedenen Betriebszuständen wie variablen Druck und Temperatur, eine homogenen Anpreßdruck der Platten aufeinander und eine ausreichende Dichtigkeit zueinander zu ermöglichen. Bisherige praktische Umsetzungen dieser Anforderungen zielen dahin, Anordnungen von Tellerfederpaketen koaxial auf den Zugankerschrauben und eventuell zusätz-

lich eine hydraulische oder pneumatische Druckeinheit im Flächenzentrum der Endplatten unterzubringen. Andere Lösungen sind federnde Draht- oder Blechstrukturen, die in den Kühlmittelräumen die Druckspannungen und den elektrischen Strom weiterleiten.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrochemische Mehrzellenbatterie mit Polymerelektrolytmembranen zu schaffen, die eine wesentlich höhere Leistungsdichte durch eine optimierte Bauweise bei gleichzeitiger Berücksichtigung der sonstigen Anforderungen an eine elektrochemische Mehrzellenbatterie aufweist, als bestehende Ausführungen.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch den Gegenstand des Hauptanspruchs gelöst.

Die Unteransprüche betreffen Ausgestaltungen der Erfindung.

Anhand von zwei Figuren wird der Gegenstand der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 einen Querschnitt einer bipolaren Platte,

Fig. 2 eine Mehrzellenbatterie.

Die bipolare Platte der elektrochemischen Zelle besteht aus einem Rahmen 2 aus einem Kunststoff, wie z. B. Polycarbonat, und zwei stromleitenden Platten 1, z. B. aus Graphit oder Titan; Fig. 1 zeigt einen Querschnitt dieser Platteneinheit. In den Kunststoffrahmen 2 sind die Gasversorgungskanäle und Gasverteilung mittels Vorkammern 4, die Kühlmittelversorgung und Verteilung 6 und die Führungen für die Zugankerschraube integriert. Dieser Rahmen wird zwischen die gegeneinander gelegten stromleitenden Platten 1 mit Hilfe einer Dichtungsmasse oder eines Klebstoffes 7 elastisch eingeklebt. Die stromleitenden Platten 1 entsprechen in ihren Außenabmessungen der Größe der Reaktionsfläche und haben jeweils auf einer Seite einen Gasraum 3 und auf der anderen Seite einen Raum für das Kühlmittel 5 vorgesehen. Die Abdichtung zu den beidseitigen folgenden Membran/Elektrodeneinheiten, innerhalb der Mehrzellenbatterie, erfolgt über Flachdichtungen aus einem Elastomer 8, wie z. B. Silikonkautschuk. Einen großen Vorteil bietet das Rahmenkonzept durch seine nach außen hin elektrisch und thermisch isolierenden Eigenschaften. Es treten keine spannungsführenden Teile der bipolaren Platten an die Oberfläche der Mehrzellenbatterie und die thermische Isolierung unterstützt die gleichmäßige Temperaturverteilung über die Reaktionsfläche im Inneren.

Als zweites erfindungsgemäßes Konstruktionsdetail ist die Verspannung der Mehrzellenbatterie in Fig. 2 dargestellt. Die Krafteinleitung erfolgt über das Anzugsmoment der Zugankerschrauben 11. Durch die Endplatte 13 weiter über die Druckelemente 14 werden die einzelnen unterschiedlichen Platten zwischen die Endplatten 12 und 13 zusammengepreßt. Die Druckelemente 14, wie z. B. Tellerfedern, dienen hierbei zur Erhaltung der Druckspannung, innerhalb eines durch die Federkennlinie gekennzeichneten tolerierbaren Kraft-Weg-Bereiches, bei unterschiedlicher Ausdehnung der Materialien durch Erwärmung oder Aufquellung.

Des weiteren ist die Isolierplatte 15 und die Stromabgriffplatte 16 neben ihrer der Bezeichnung nach zu folgenden Aufgabe auch hinsichtlich einer egalisierten flächigen Verteilung, der von den Druckelementen 14 übertragenen Druckkraft, im Einsatz.

Durch die flächenzentral angeordneten Druckelemente 14 gelingt es, die Druckkraft auf die bipolaren Platten derart zu verteilen, daß die Gefahr der Ablösung des Kontaktes zu den folgenden Platten durch den inne-

ren Überdruck verhindert wird.

Die Isolierplatte 17 hat neben der elektrischen Isolierung die Aufgabe, die ab- und ankommenden Fluid- und Gasströme zwischen den Anschlüssen 18 und den Hauptversorgungskanälen der Bipolaren Platten zu leiten.

Bei den Stromabgriffplatten 16 konnte durch die Verwendung elektrisch hochleitfähigen Materialien die Dicke und damit das Gewicht weiter reduziert werden, zusätzlich wird bei diesen Platten mit einer Edelmetallbeschichtung der Kontaktwiderstand verringert.

Durch eine konsequente Anwendung von Kunststoffen und eine optimale Gestaltung, in der Hauptsache bei den Endplatten 12 und 13 sowie den Rahmen 2, konnte die Masse der Mehrzellenbatterie erheblich reduziert werden.

Typische Leistungen der elektrochemischen Mehrzellenbatterie bewegen sich in dem Bereich von 1 bis 100 kW, mit 5 bis 200 Zellen pro Batterie. Leistungsdichten über 500 W/kg und über 500 W/dm³ können erreicht werden. Als Reaktionsgase können sowohl Wasserstoff als auch Reformergas beziehungsweise Sauerstoff oder Luft verwendet werden.

Patentansprüche

1. Elektrochemische Mehrzellenbatterie mit Polymerelektrolytmembranen, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine kompakte und kostengünstige Bauweise und dadurch hohe Leistungsdichten erreicht werden, indem eine bipolare Platte (1, 2) in Rahmenbauweise ausgeführt ist und die Verspannung und Anpressung in die vorhandenen Bauteile raumsparend integriert ist.
2. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gas- und Kühlmittelversorgungskanäle und/oder die Gas- (4) und Kühlmittelvorkammern (6) und die Zugankerschrauben (11) in dem Rahmen (2) aus einem Kunststoff, wie z. B. Polycarbonat oder Silikon, untergebracht sind.
3. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bipolare Platte im Bereich der Reaktionsfläche, das heißt die Platten (1), aus einem elektrisch leitenden und korrosionsstabilen Material, wie z. B. Graphit oder Titan, besteht.
4. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugankerschrauben (11) innenliegend in den Rahmen (2) aus Kunststoff integriert sind.
5. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung (7) zwischen den Platten (1) und dem Rahmen (2) durch eine elastische Dichtungs- bzw. Klebstoffmasse, wie z. B. Polydimethylsiloxan (Silikonkautschuk), ein fluorierter Polydimethylsiloxan oder ein Epoxidharz, erfolgt.
6. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierplatte (17) die Verteilung der Gase und des Kühlmittels von den Anschlüssen (18) zu den Versorgungskanälen beinhaltet.
7. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Isolierplatte (15) die flächenzentral angeordneten Druckelemente (14), wie z. B. Tellerfedern, mit einbezogen sind, welche eine homogene Anpressung

der Platten aufeinander gewährleisten.

8. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Endplatten (12, 13) aus einem hochfesten Werkstoff mit geringer spezifischer Dichte, wie z. B. Aluminium-Legierung, Titan-Legierung und Faserverbundwerkstoff nach dem Prinzip der direkten und kurzen Krafteinleitung gefertigt sind, beziehungsweise auch in Honigwabenstrukturen ausgeführt sein können.

9. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromabgriffplatten (16) aus einem beschichteten elektrisch hochleitfähigen Material, wie z. B. Kupfer, Kupferlegierungen oder Aluminiumlegierungen, welche mit Gold oder Platinmetallen beschichtet sind, bestehen.

10. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß über die Zugankerschrauben (11) die Vorspannung der obengenannten Platten aufeinander erfolgt und der Ausgleich der Druckunterschiede und der thermischen Längenausdehnung über die Druckelemente (14) und zum Teil über die Dichtungen (7, 8) geschieht, gleichzeitig auch der elektrische Kontakt der stromleitenden Platten (1) zwischen den Stromabgriffplatten (16) gewährleistet wird.

11. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrochemische Mehrzellenbatterie eine Brennstoffzellenbatterie ist.

12. Elektrochemische Mehrzellenbatterie nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Reaktanten Sauerstoff oder Luft und Wasserstoff oder Reformiergas verwendet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

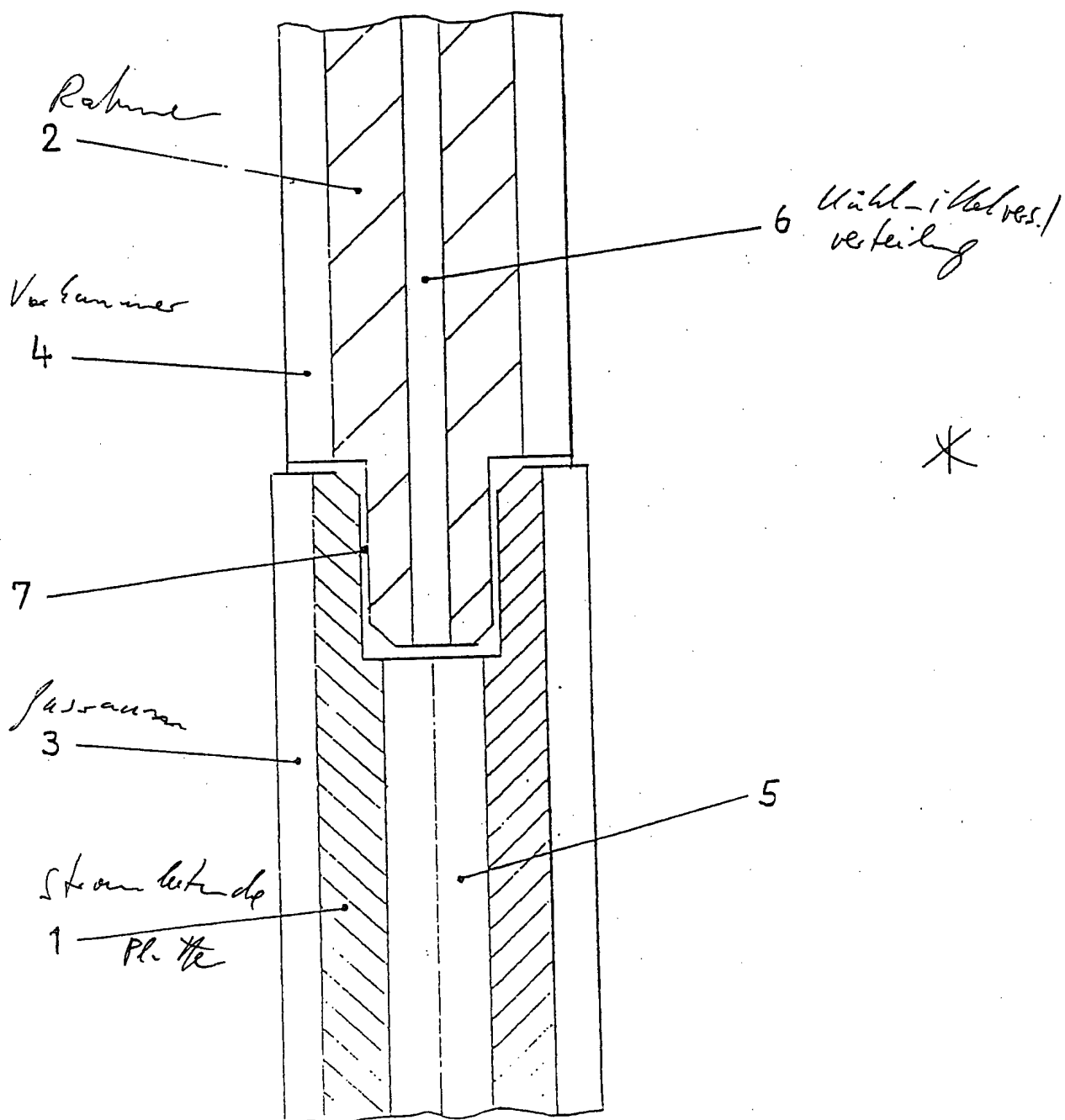


Fig. 1

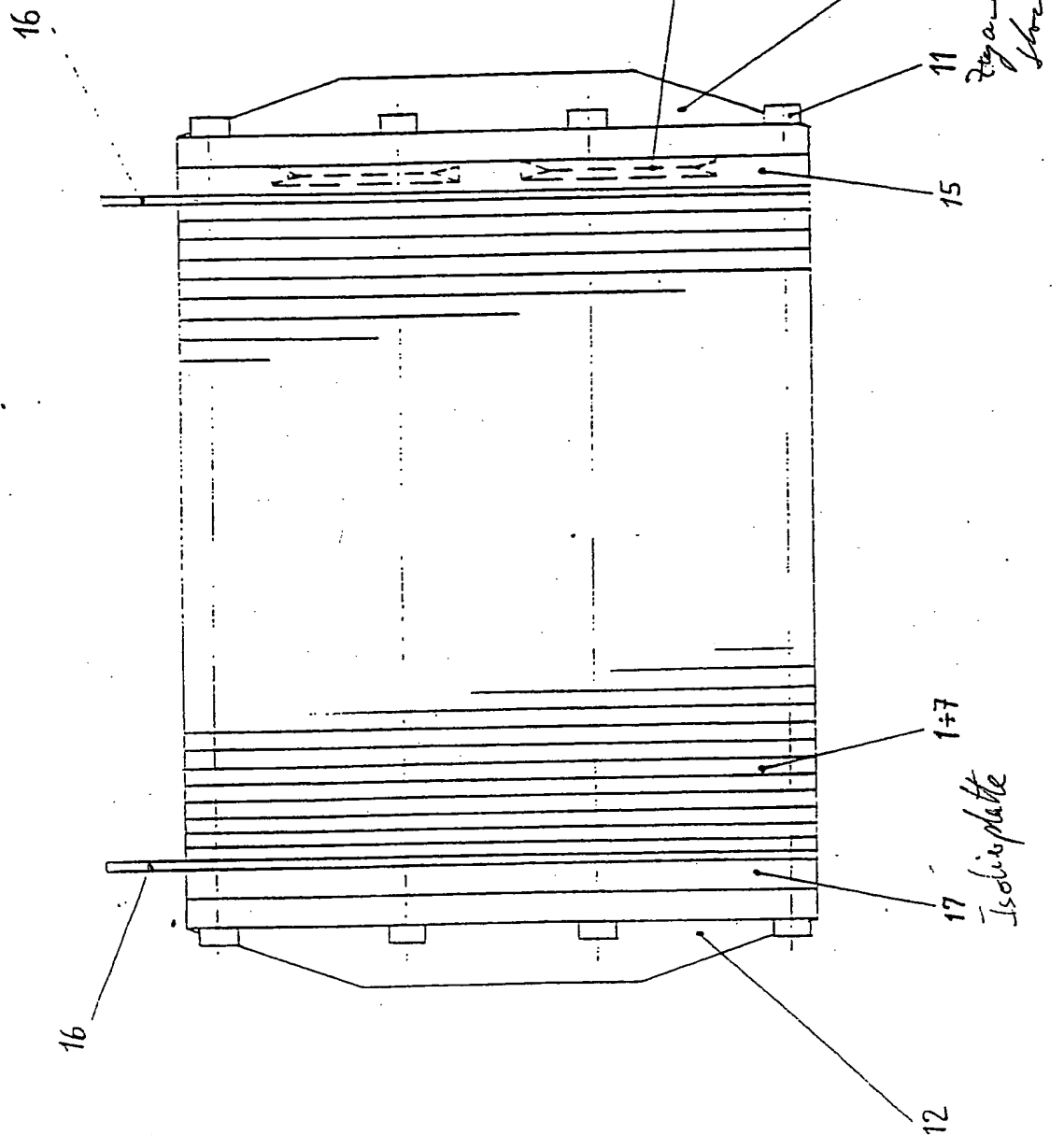


Fig. 2